

**STUDI PENGARUH PERLAKUAN SANGRAI (*DRY-HEAT COOKING*) PADA BERAS TERHADAP POLA
ELECTRON SPIN RESONANCE SPECTROSCOPY
MINUMAN HERBAL BERAS KENCUR**

SKRIPSI

oleh
BAYU ARDI PUTRANTO
145090107111005



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

STUDI PENGARUH PERLAKUAN SANGRAI (*DRY-HEAT COOKING*) PADA BERAS TERHADAP POLA *ELECTRON SPIN RESONANCE SPECTROSCOPY* MINUMAN HERBAL BERAS KENCUR

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains
dalam bidang Biologi**

oleh
BAYU ARDI PUTRANTO
145090107111005



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**STUDI PENGARUH PERLAKUAN SANGRAI (*DRY-HEAT COOKING*) PADA BERAS TERHADAP POLA *ELECTRON SPIN RESONANCE SPECTROSCOPY* MINUMAN HERBAL BERAS KENCUR****BAYU ARDI PUTRANTO
145090107111005**

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 20 Juli 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi

Menyetujui
Pembimbing

Prof. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc.
NIP. 195403111980021022

Mengetahui

Ketua Program Studi S1 Biologi
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Rodiyati Azrianingsih, S.Si., M.Sc. Ph.D
NIP. 197001281994122001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Ardi Putranto

NIM : 145090107111005

Jurusan : Biologi

Penulis Skripsi berjudul : Studi Pengaruh Perlakuan Sangrai (*Dry-Heat Cooking*) Pada Beras Terhadap Pola *Electron Spin Resonance Spectroscopy* Minuman Herbal Beras Kencur

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung segala resiko.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 24 Juli 2018

Yang menyatakan,

Bayu Ardi Putranto

145090100111007

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Bayu Ardi Putranto
Tempat / Tgl Lahir : Jakarta/ 10 Mei 1996
Kota Asal : Tangerang Selatan
Alamat Asal : Pamulang Estate Blok
H3 / 20
Alamat di Malang : Jl. Terusan Cikampek 43
Nama Ayah : Teguh Wahyunto
Nama Ibu : Andriarti He



Riwayat Pendidikan

SD Islam Al – Azhar 19 Pamulang (2002 - 2008)
SMP Islam Al – Azhar 3 Bintaro (2008 - 2011)
SMAN 3 Tangerang Selatan (2011 - 2014)
Universitas Brawijaya Malang (2014 - 2018)

Riwayat Pekerjaan

Asisten praktikum matakuliah biologi komputasi dasar semester ganjil tahun ajaran 2016/ 2017

Asisten praktikum matakuliah biologi komputasi dasar semester ganjil tahun ajaran 2017/ 2018

Asisten praktikum matakuliah mikroteknik semester ganjil tahun ajaran 2017/ 2018

Asisten praktikum matakuliah rancangan penelitian biologisemester ganjil tahun ajaran 2017/ 2018

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



Studi Pengaruh Perlakuan Sangrai (*Dry-Heat Cooking*) pada Beras Terhadap Pola *Electron Spin Resonance Spectroscopy* Minuman Herbal Beras Kencur

Bayu Ardi Putranto, Sutiman Bambang Sumitro
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang
2018

ABSTRAK

Minuman herbal beras kencur merupakan salah satu minuman herbal di Indonesia yang terbuat dari bahan pokok berupa Beras (*Oryza sativa* L.) dan kencur (*Kaempferia galanga* L.). Proses pembuatan beras kencur pada masing – masing daerah yang ada di Indonesia bervariasi antara satu dengan lainnya salah satu variasi yang ada adalah dalam penggunaan beras yang disangrai (*Dry-Heat Cooking*) dan beras yang tidak disangrai. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakter fisikokimia dari beras yang digunakan sebagai bahan pokok minuman herbal beras kencur dengan perlakuan sangrai (BS) dan perlakuan non sangrai (BNS). Sampel BS dan BNS masing – masing dianalisis secara fisikokimia berdasarkan pola radikal bebasnya dengan menggunakan *Electron Spin Resonance Spectroscopy*. Pola ESR pada masing – masing sampel cukup beragam. Adapun radikal yang terbentuk adalah radikal anion superoksida (O_2^-), radikal ferro (Fe^{2+}), dan radikal yang belum teridentifikasi. Radikal anion superoksida pada sampel terlihat lebih sering muncul dibandingkan dengan jenis radikal lainnya. Jenis radikal yang terbentuk pada sampel yang mengandung komponen BS tidak berbeda dengan komponen yang mengandung BNS. Sampel BS dan BNS juga dilakukan pengukuran kadar air dengan menggunakan *grain moisture tester* dan ukuran tepung beras dengan menggunakan mikroskop cahaya. Pengukuran kadar air menunjukkan bahwa BS memiliki kadar air yang lebih rendah ($8,82 \pm 0,853$ %) dibandingkan BNS ($11,2 \pm 0,534$ %). Pengukuran tepung beras menunjukkan ukuran BS lebih besar ($9,18 \pm 3,45$ μm) dibandingkan dengan BNS ($8,23 \pm 3,51$ μm).

Kata kunci : Beras kencur, ESR, fisikokimia, minuman herbal, radikal, sangrai

Study of of Dry-Heat Cooking Effect on Rice to Electron Spin Resonance Spectroscopy Pattern of *Beras Kencur* Herbal Beverage

Bayu Ardi Putranto, Sutiman Bambang Sumitro
Department of Biology, Faculty of Mathematic and Science,
University of Brawijaya, Malang
2018

ABSTRACT

Beras Kencur is one of herbal beverage in Indonesia that is made from rice (*Oryza sativa* L.) and *kencur* (*Kaempferia galanga* L.) as main ingredients. The process of making *beras kencur* in every region in Indonesia are varies from one to another, one of the existing variations is in the use of *sangrai* rice (Dry-Heat Cooking) and non *sangrai* rice. The aim of this research is to investigate the physicochemical character of rice used as the main ingredient of *beras kencur* herbal beverage with *sangrai* treatment (BS) and non-*sangrai* treatment (BNS). BS and BNS samples were analyzed its physicochemical properties based on their free radical pattern using Electron Spin Resonance Spectroscopy. The ESR pattern in each sample is quite diverse. The radicals that formed in samples are anion superoxide radicals (O_2^-), ferro radicals (Fe^{2+}), and unidentified radicals. The anion superoxide radicals in each sample appear more frequently than other types of radicals. The types of radicals formed on samples containing BS components are not different from those containing BNS. BS and BNS samples water content were also measured by using grain moisture tester and rice flour size using light microscope. Water content measurements show that BS has lower water content ($8.82 \pm 0.853\%$) than BNS ($11.2 \pm 0.534\%$). Measurement of rice flour shows larger BS sizes ($9.18 \pm 3.45 \mu m$) compared with BNS ($8.23 \pm 3.51 \mu m$).

Keywords: *Beras kencur*, ESR, herbal beverage, physicochemical, radicals, *sangrai*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas rahmat dan kasih sayangNya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “Studi Pengaruh Perlakuan Sangrai (*Dry-Heat Cooking*) pada Beras Terhadap Pola *Electron Spin Resonance Spectroscopy* Minuman Herbal Beras Kencur” ini.

:

1. Kedua orangtua, Teguh Wahyunto (Ayah) dan Andriarti Hertin (Ibu) yang telah memberikan dukungan besar hingga penelitian ini selesai
2. Profesor Sutiman B. Sumitro, SU., D.Sc. selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ide dan motivasi yang membangun
3. Sri Widyarti, M.Si, selaku penguji I yang telah membimbing dan memberikan kritik dan saran yang membangun.
4. Sofy Permana, M.Sc. D.Sc., selaku penguji II yang juga telah memberikan ide, kritik dan saran untuk penelitian ini.
5. Dedy Setyawan, Fitriya Ramadhani, Ayu Zahrotul Fuadati, *Amino* 2014, sahabat dan rekan seperjuangan yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat pada penelitian ini hingga akhir
6. Pihak-pihak lain yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu, atas dukungan dan doa untuk penelitian ini

Penulis juga menyadari jika skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengahapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan, khususnya biologi.

Malang, 24 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Mandaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 4
2.1 Minuman Herbal	4
2.1.1 Pengertian Minuman Herbal	4
2.1.2 Minuman Herbal di Indonesia	5
2.2 Minuman Herbal Beras Kencur	5
2.2.1 Beras	6
2.2.2 Kencur	7
2.3 Sangrai (<i>Dry-Heat Cook</i>)	7
2.3.1 Pengertian Sangrai (<i>Dry-Heat Cook</i>)	7
2.3.2 Pengaruh Sangrai pada Karakter Fisikokimia .. Produk Makanan	8
2.4 <i>Electron Spin Resonance</i> (ESR) <i>Spectroscopy</i>	9
2.5 Kadar air	9
2.6 Ukuran tepung	10
 BAB III METODE PENELITIAN	 12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Mekanisme Operasional	12
3.3 Pembuatan Tepung Beras Non Sangrai (BNS)	13

3.4 Pembuatan Tepung Beras Sangrai (BS)	13
3.5 Pembuatan Minuman Herbal Beras Kencur	13
3.6 Pembuatan Ekstrak.....	14
3.6.1 Pembuatan Ekstrak Beras.....	14
3.6.2 Pembuatan Ekstrak Minuman Herbal Beras Kencur.....	14
3.6.3 Pembuatan Ekstrak Minuman Herbal Beras Kencur (Kromengan)	14
3.7 Pengukuran Kadar Air.....	14
3.8 Analisis Ukuran Grind	15
3.9 Analisis ESR	15
3.9.1 Kalibrasi Alat ESR <i>Spectroscopy</i>	15
3.9.2 Analisis Pola ESR <i>Spectroscopy</i>	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Pengukuran Kadar Air	18
4.2 Analisis Ukuran Tepung	20
4.3 Analisis ESR	25
4.3.1 Kalibrasi Alat ESR.....	31
4.3.2 Analisis Pola ESR Minuman Herbal Beras Kencur Kromengan	25
4.3.3 Analisis Pola ESR BNS dan BS	31
4.3.4 Analisis Pola ESR Minuman Herbal Beras Kencur (BNS) dan Minuman Herbal Beras Kencur (BS)	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Bagian tanaman herbal yang umum digunakan.....	4
2	Kandungan nutrisi per 100 gram beras.....	7
3	Jenis radikal berdasarkan nilai faktor lande (g).....	17
4	Perhitungan nilai faktor lande (g).....	26

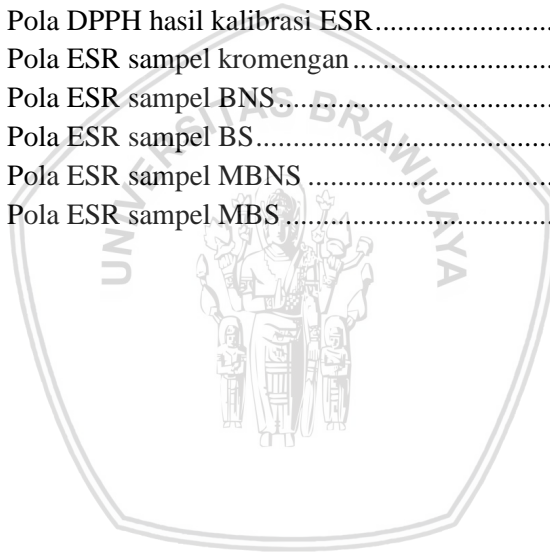


‘DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Struktur Pati	11
2	Mekanisme Operasional Penelitian.....	12
3	Hasil pengukuran kadar air.....	18
4	Pengaruh energi terhadap fase air.....	19
5	Hasil pengamatan tepung beras menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 400 X	20
6	Distribusi ukuran tepung.....	21
7	Hasil pengamatan tepung beras menggunakan mikroskop polarisasi perbesaran 400 X	23
8	Struktur kimia Amilopektin	24
9	Kurva yang terbentuk pada osiloskop ketika kalibrasi menggunakan DPPPH.....	25
10	Kurva yang terbentuk pada sampel K yang dianalisis menggunakan ESR	27
11	Proses produksi superoksida pada rantai respirasi mitokondria.....	29
12	Proses produksi superoksida pada vakuola fagosit.....	29
13	Skema adsorbs besi didalam tubuh	31
14	Kurva yang terbentuk pada sampel BNS dan BS yang dianalisis menggunakan ESR.	32
115	Kurva yang terbentuk pada sampel MBNS dan MBS yang dianalisis menggunakan ESR.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Hasil pengukuran kadar air.....	44
2	Hasil pengamatan tepung menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 400 X.....	44
3	Hasil pengamatan tepung menggunakan mikroskop polarisasi perbesaran 400 X.....	45
4	Hasil pengukuran tepung	46
5	Pola DPPH hasil kalibrasi ESR.....	50
6	Pola ESR sampel kromengan	50
7	Pola ESR sampel BNS.....	51
8	Pola ESR sampel BS.....	51
9	Pola ESR sampel MBNS	52
10	Pola ESR sampel MBS	52



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

<u>Simbol/Singkatan</u>	<u>Keterangan</u>
ESR	<i>electron spin resonance</i>
I	arus
μ_o	konstanta
n	jumlah lilitan kumparan hemholtz
R	jari – jari kumparan hemholtz
I	arus
h	konstanta planck
f	frekuensi
g	faktor lande
B	medan magnet bohr
NADPH	<i>nicotinamide adenine dinucleotide</i>
	<i>phosphosphate</i>
NOX	NADPH <i>oxidase</i>
<u>Simbol/Singkatan</u>	<u>Unit</u>
%	persen
°C	derajat celsius
g	gram
mg	milligram
μm	micrometer
L	liter
mL	milliliter
MHz	megahertz
A	ampere
RPM	<i>rotation per minute</i>

Bab I Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumber daya flora melimpah terutama pada tanaman herbalnya. Indonesia memiliki 143 juta hektar lahan dengan 2800 spesies tanaman dimana 1843 spesies diantaranya adalah tanaman herbal (Balick dkk., 1996). Potensi tanaman herbal tersebut mendukung terjaganya warisan budaya Indonesia yang sudah ada sejak ratusan tahun lalu, yaitu tradisi mengolah tanaman herbal menjadi sebuah produk minuman herbal. Penggunaan minuman herbal di Indonesia semakin meningkat sejak beberapa dekade ke belakang karena masyarakat di Indonesia memiliki pandangan untuk "*Back to Nature*" atau kembali menggunakan bahan – bahan alam untuk menjaga kondisi kesehatan (Tasia & Widyaningsih, 2014).

Minuman herbal beras kencur merupakan salah satu produk minuman herbal yang masih digunakan hingga saat ini oleh masyarakat Indonesia. Minuman herbal beras kencur yang ada di masyarakat Indonesia umumnya dibuat dari dua buah bahan utama, yaitu beras (*Oryza sativa* L.) dan kencur (*Kaempferia galanga* L.) walaupun terkadang terdapat beberapa bahan tambahan lainnya (Irwandani, 2017). Proses pembuatan minuman herbal beras kencur antara satu daerah dengan daerah lainnya yang ada di Indonesia bervariasi salah satunya adalah pada adanya proses sangrai (*dry-heat cooking*). Proses sangrai pada produk makanan atau minuman diketahui dapat memunculkan suatu sifat penginderaan (organoleptik) yang khas pada produk makanan atau minuman, namun disisi lain proses sangrai juga berpotensi untuk merubah karakter fisikokimia pada produk tersebut (Poligne dkk., 2001; Pratami, 2016 ; Qin dkk., 2016 ; Purnamayati dkk., 2017). Perubahan karakter fisikokimia pada produk tersebut terjadi karena energi panas yang dihasilkan pada proses sangrai akan ditransfer kepada bahan dan meningkatkan kecepatan kinetik molekul atom. Peningkatan kinetik molekul atom akan menyebabkan pemutusan ikatan – ikatan antar molekul (Brini dkk., 2017). Pemutusan ikatan antar atom menurut Weil & Bolton (2007) berpotensi untuk menghasilkan elektron yang tidak berpasangan atau dapat dikenal juga dengan radikal bebas.

Penelitian pada minuman herbal beras kencur yang ada saat ini lebih diutamakan pada tingkat efikasi dan aktivitas mikroba yang terkandung didalamnya (Wahyuni, 2000 ; Latifah, 2014). Namun penelitian minuman herbal beras kencur dalam sudut pandang nanosains atau pada skala nano seperti pada tingkat atomik belum dilakukan sehingga perlu dieksplorasi lebih lanjut. Penelitian produk makanan / minuman seperti minuman herbal beras kencur yang mengalami proses sangrai penting dipelajari menggunakan sudut pandang nanosains untuk mengontrol kualitas produk mengingat proses sangrai berpotensi untuk menghasilkan radikal bebas akibat adanya pemutusan ikatan – ikatan antar molekul. Lobo dkk. (2010) menyatakan bahwa radikal bebas memiliki sifat yang reaktif sehingga berpotensi untuk merusak molekul – molekul yang ada disekitarnya.

Analisis fisikokimia merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk memberikan gambaran tingkat nano pada suatu sampel atau bahan. Salah satu metode analisis fisikokimia yang dapat digunakan untuk memberikan gambaran pada tingkat nano adalah menggunakan metode *Electron Spin Resonance (ESR) Spectroscopy*. *Electron Spin Resonance (ESR) Spectroscopy* merupakan metode yang umum digunakan untuk mendeteksi adanya dengan radikal bebas dengan cara meradiasikan gelombang elektromagnetik pada elektron tidak berpasangan sehingga menyebabkan terjadinya resonansi (Weil & Bolton, 2007) Berdasarkan hal tersebut eksplorasi produk minuman herbal beras kencur pada tingkat nano menggunakan metode *Electron Spin Resonance (ESR) Spectroscopy* penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah pola ESR *spectroscopy* minuman herbal beras kencur yang diberi perlakuan sangrai dan tidak diberi perlakuan sangrai ?
2. Apakah ada perbedaan pola ESR *spectroscopy* pada minuman herbal beras kencur yang diberi perlakuan sangrai dan tidak diberi perlakuan sangrai ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis karakter fisikokimia minuman herbal beras kencur yang diberi perlakuan sangrai dan tidak diberi perlakuan sangrai menggunakan metode ESR *spectroscopy*
2. Membandingkan pola ESR *spectroscopy* herbal beras kencur yang diberi perlakuan sangrai dan tidak diberi perlakuan sangrai

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan gambaran kualitas minuman herbal berdasarkan karakter pola ESR *spectroscopy* sehingga dapat menjadi landasan berpikir dalam melakukan formulasi penggunaan bahan yang tepat sehingga harapannya dapat memberikan manfaat bagi tubuh secara maksimal.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minuman Herbal

2.1.1 Pengertian minuman herbal

Minuman herbal adalah minuman yang terbuat dari bahan – bahan berupa tanaman herbal. Tanaman herbal sendiri menurut Mulyani dkk. (2016) didefinisikan sebagai tanaman yang dapat digunakan untuk pengobatan secara tradisional. Sehingga minuman herbal dapat diartikan sebagai minuman yang terbuat dari bahan tanaman yang mampu digunakan untuk pengobatan secara tradisional. Adapun bagian – bagian tanaman herbal yang umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 (Hamzari, 2008 ; Jumlarni & Komalasari, 2017 ; Lestaridewi dkk.,2017).

Tabel 1. Bagian tanaman herbal yang umum digunakan

No	Bagian Tanaman	Bagian yang Digunakan
1	Daun	Daun muda, Pucuk, Daun tua
2	Batang	Kulit, empulur, getah, keseluruhan bagian batang
3	Akar	Keseluruhan bagian akar
4	Buah	Daging buah, Keseluruhan bagian buah
5	Rimpang	Keseluruhan bagian rimpang
6	Bunga	Keseluruhan bagian bunga
7	Biji	Keseluruhan bagian biji
8	Umbi	Keseluruhan bagian umbi

Gagasan mengenai konsumsi minuman herbal merupakan gagasan yang sudah ada sejak ratusan hingga ribuan tahun lalu diberbagai belahan dunia seperti Eropa dan Asia (Otles & Cagindi, 2012 ; Valls dkk., 2013). Gagasan tersebut hingga era modern seperti saat ini masih dilakukan karena pada saat ini masyarakat dunia lebih peduli terhadap kesehatan dan lebih memilih beralih pada bahan – bahan alami

dibandingkan dengan mengkonsumsi obat – obatan yang ada dipasaran (Tasia & Widyarningsih, 2014). Selain itu juga tanaman herbal yang menjadi bahan baku minuman herbal umumnya mampu meningkatkan rasa, aroma, dan warna sehingga mampu diterima oleh masyarakat hingga saat ini (Choonhaahirum, 2006 ; Tasia & Widyarningsih, 2014).

2.1.2 Minuman herbal di Indonesia

Minuman herbal di Indonesia sudah merupakan sebuah produk warisan budaya yang diturunkan secara turun – menurun sejak ratusan tahun yang lalu. Sejarah penggunaan minuman herbal apabila ditelusuri sudah mulai digunakan sejak abad 5 – 8 Masehi, walaupun pada saat itu belum ada pencatatan yang pasti pada resep dan bahan – bahan yang digunakan. Pencatatan pada resep yang digunakan baru dilakukan pada abad 15 – 17 Masehi oleh keluarga – keluarga di keraton maupun peneliti dan dokter Hindia-Belanda pada masa itu (Purwaningsih, 2013).

Kekayaan alam Indonesia terutama pada floranya menyebabkan adanya keberagaman jenis minuman herbal. Indonesia diduga memiliki kelimpahan tanaman herbal sebesar 80 % dari total keseluruhan tanaman herbal yang ada di dunia atau lebih tepatnya sekitar 1845 spesies tanaman herbal (Balick dkk., 1996 ; Zuhud dkk., 2001). Kelimpahan akan tanaman herbal tersebut mendukung *trend* atau kecenderungan konsumsi minuman herbal di Indonesia yang meningkat sejak 10 – 30 tahun terakhir. Data Kementrian Perdagangan Republik Indonesia mencatat bahwa pada tahun 2014 penggunaan tanaman herbal di Indonesia sebesar 596.423.214 kilogram, meningkat 9,97 % dibandingkan tahun 2013. Berdasarkan hasil statistik tersebut juga diketahui terdapat 5 jenis tanaman herbal utama yang paling sering digunakan, yaitu jahe (37,98 %), kunyit (18,82 %), kapulaga (12,22 %), laos/lengkuas (10,50 %), dan kencur (6,33%).

2.2 Minuman Herbal Beras Kencur

Minuman herbal beras kencur merupakan salah satu minuman herbal yang masih digunakan oleh masyarakat Indonesia hingga saat ini karena memiliki banyak manfaat bagi tubuh dan juga rasanya yang enak. Adapun manfaat yang diberikan oleh beras kencur adalah sebagai berikut, menyembuhkan pegal – pegal, meningkatkan nafsu

makan, meningkatkan kekebalan tubuh, mengobati sakit kepala, menghilangkan nyeri lambung, dan menyembuhkan diare (Sangat & Larasati, 2002 ; Wijoyo, 2008 ; Tamara dkk., 2017). Bahan pokok yang digunakan dalam pembuatan beras kencur adalah beras (*Oryza sativa* L.) dan kencur (*Kaempferia galanga* L.) walaupun terkadang juga ditambahkan beberapa bahan – bahan lain seperti, gula atau pemanis buatan, biji kedawung, rimpang jahe, biji kapulogo, buah asam, kunci, kayu kecingir, kunir, jeruk nipis, dan buah pala (Irwandani, 2017). Komposisi yang digunakan pada setiap wilayah yang ada di Indonesia berbeda – beda dan belum ada catatan yang pasti, namun komposisi pembuatan produk beras kencur yang digunakan oleh pembuat minuman herbal di Dusun Jatirejo, Desa Karangrejo, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, Jawa Timur adalah sebagai berikut :

1. 2 kg gula merah dan gula pasir dalam 1 L air
2. 2 ons rimpang kencur untuk 1 L
3. 5 sendok makan beras untuk 1 L
4. Air masak

Komposisi bahan yang digunakan oleh pembuat minuman herbal pada desa Karangrejo tersebut menjadi acuan komposisi yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2.1 Beras

Beras adalah bulir tanaman padi (*Oryza sativa* L.) yang merupakan makanan pokok masyarakat di kawasan Asia Tenggara seperti Indonesia, Filipina, Vietnam, Malaysia, Thailand, dan Singapura. Beras banyak digunakan karena tanaman padi mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang kurang baik seperti kondisi lingkungan berair disebabkan karena padi dapat melakukan respirasi aerobik akibat adanya aerenkim (Mikkelsen & DeDatta, 1980). Beras merupakan makanan sumber energi tinggi, namun memiliki kandungan protein yang rendah (Hernawan & Meylani, 2016). Adapun kandungan nutrisi beras per 100 gram dapat dilihat pada Tabel 2. Sumber karbohidrat terbesar yang ada pada beras sebagian besar (90 %) dihasilkan dari pati yang ada didalam granul - granul pati pada bagian endospermae (Juliano, 1993 ; Dipanik & Kokare, 2017). Adapun rasio antara amilosa dan amilopektin pada beras dapat bervariasi yang dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu sangat rendah (2 – 12 %

amilosa), rendah (12 – 20 % amilosa), sedang (20 – 25 % amilosa), dan tinggi (25 -30 % amilosa)(Coffman & Juliano, 1987 dalam Denardin dkk., 2012).

Tabel 2. Kandungan nutrisi per 100 gram beras

No	Komponen Nutrisi	Nilai
1	Air	68,44 g
2	Protein	2,69 g
3	Lipid	0,28 g
4	Abu	0,41 g
5	Karbohidrat	28,17 g
6	Fiber	0,4 g
7	Gula	0,05 g
8	Kalsium	10 mg
9	Besi	1,2 mg
10	Magnesium	12 mg
11	Fosfor	43 mg
12	Kalium	35 mg
13	Sodium	1 mg
14	Zinc	0,71 mg
15	Thiamin	0,163 mg
16	Riboflavin	0,013 mg
17	Niacin	1,476 mg
18	Vitamin B-6	0,093 mg
19	Folate	97 µg
20	Vitamin E	0,04 mg

(USDA, 2016)

2.2.2 Kencur

Kencur (*Kaempferia galanga* L.) merupakan tanaman yang tersebar hampir diseluruh kawasan Asia Tenggara (Sirirugsa, 1985). Kencur umumnya dikonsumsi sebagai rempah – rempah, obat, kosmetik dan penyedap rasa (Preetha dkk., 2016). Bagian yang paling banyak digunakan oleh masyarakat pada daerah Asia Tenggara adalah

bagian rimpangnya (*rhizome*) walaupun pada kasus lain bunga dan daunnya juga digunakan untuk menambah rasa atau menyembuhkan beberapa penyakit seperti, demam, radang tenggorokan, dan reumatik (Sadimann, 1992; Warriar dkk., 1995; Kanjanapothi dkk., 2004). Rimpang kencur banyak digunakan karena secara empirik terbukti bahwa rimpang kencur mengandung bahan – bahan aktif seperti, p-methoxy cinnamate, pentadecane, 1,8-cineole, g-carene, bromeol, camphene, kaempferol, kaempferide, dan cinnamaldehyde (Preetha dkk., 2016).

2.3 Sangrai (*Dry-Heat Cooking*)

2.3.1 Pengertian sangrai (*Dry-Heat Cooking*)

Kata sangrai menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) dapat diartikan sebagai proses penggorengan tanpa menggunakan minyak (KBBI, 2017). Berdasarkan pengertian tersebut dapat diartikan juga sebagai masak kering sedangkan dalam Bahasa Inggris sangrai atau masak kering dikenal sebagai *Dry-Heat Cooking* atau proses memasak dengan mentransfer panas melalui udara, lemak, air, besi, atau radiasi. Muchtadi & Sugiyono (2013) menyatakan bahwa metode pensangraian merupakan salah satu jenis pengeringan yang tergolong pada pengeringan isotermik atau jenis pengeringan dimana bahan yang akan dikeringkan bersentuhan langsung dengan lempeng (*plate*) logam yang panas. Rentang suhu yang digunakan pada proses pensangraian umumnya berkisar diantara suhu 40 - 150 °C (Denton dkk., 2013; Pratami, 2016). Proses sangrai pada beberapa produk makanan berperan dalam penentu sifat organoleptik spesifik (aroma, rasa, dan warna) produk tersebut. Bahkan pada beberapa produk makanan seperti pada kopi saji proses sangrai berperan sebesar 30 % dalam menentukan kualitas dari kopi saji (Purnamayanti dkk., 2017). Oleh karena itu proses pensangraian masih banyak digunakan oleh masyarakat untuk melakukan peningkatan pada suatu produk yang dihasilkan.

2.3.2 Pengaruh sangrai pada karakter fisikokimia produk makanan

Peran proses sangrai dalam meningkatkan kualitas organoleptik pada suatu produk makanan atau minuman disisi lain memiliki

dampak negatif bagi karakter fisikokimia dari produk tersebut. Hal tersebut dapat dibuktikan secara empirik bahwa proses sangrai mampu memberikan perubahan pada warna (reaksi Miller), rendaman biji, tingkat keasaman, viskositas, viskoelastisitas, merangsang terbentuknya ikatan heterosiklik, dan karakter fisikokimia lainnya yang belum teridentifikasi (Poligne dkk., 2001; Pratami, 2016 ; Qin dkk., 2016 ; Purnamayati dkk., 2017). Perubahan fisikokimia tersebut dapat dipicu akibat suhu pemanasan yang tinggi. Pemanasan yang tinggi dapat memicu terjadinya peningkatan kinetik (pergerakan) atom dan molekul dimana pada kondisi yang paling parah dapat menyebabkan terjadinya kerusakan ikatan molekul.

2.4 Electron Spin Resonance (ESR) Spectroscopy

ESR *Spectroscopy* merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya elektron tidak berpasangan pada suatu bahan. Atau dinamakan dengan radikal bebas (Weil & Bolton, 2007). Prinsip kerja ESR *Spectroscopy* adalah menggunakan medan elektromagnetik yang sangat kuat. Medan elektromagnetik yang terserap oleh elektron bebas pada suatu bahan akan menyebabkan terjadinya resonansi (Shukla, 2016). Resonansi dapat terjadi apabila gelombang elektromagnetik yang diterima berada dalam frekuensi yang tepat, oleh karena itu radikal bebas dapat diidentifikasi pada rentang frekuensi tertentu. Adapun indentifikasi jenis radikal bebas dapat dilakukan dengan cara mencari nilai faktor Lande atau dikenal juga dengan faktor g (Rahma, 2016).

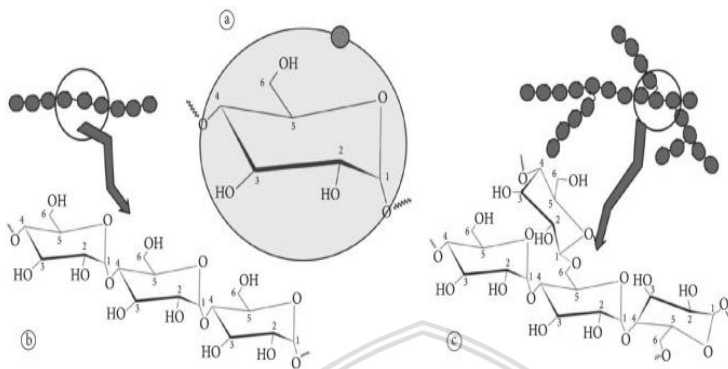
Radikal bebas memiliki sifat sangat reaktif karena memiliki elektron yang tidak berpasangan. Radikal bebas terutama yang termasuk kedalam golongan *Reactive Oxygen Species* (ROS) mampu memberikan dampak yang sangat berbahaya bagi tubuh karena berpotensi untuk menyebabkan penyakit. Adapun radikal yang termasuk kedalam golongan ROS adalah Hidroksil, superoksida, *oxygen singlet*, hipoklorit, dan nitrit oksida (Lobo dkk., 2010). Radikal bebas dapat terbentuk karena beberapa faktor di antaranya, yaitu faktor kimia, fisika, dan biologi.

2.5 Kadar Air

Perubahan kadar air merupakan salah satu parameter yang umum diukur pada proses pengeringan. Kadar air menurut Brooker dkk. (1974) dalam Nurba (2008) dapat dinyatakan sebagai kadar air basis basah (M_w) dan kadar air basis kering (M_d). Untuk kebutuhan pemasaran biasanya yang menjadi acuan adalah kadar air basis basah sedangkan kadar air basis kering digunakan untuk perhitungan *engineering*. Kadar air yang berkurang pada sampel terutama pada sampel biji – bijian akan meningkatkan sifat *phorous* dan menurunkan kekerasan tekstur (Pratami, 2016). Pengukuran kadar air pada suatu sampel dapat dilakukan dengan menggunakan dua jenis metode, yaitu metode langsung (*direct*) berdasarkan AACC (1983), AOAC (1984), atau ASAE (1986) dalam Sharma & Hanna (1989) dan metode tidak langsung (*indirect*). Pengukuran secara *direct* dilakukan dengan pengeringan bahan menggunakan *microwave* kemudian diukur berat sebelum dan sesudah dilakukan pengeringan (Sharma & Hanna, 1989). Sedangkan pengukuran secara *indirect* dilakukan menggunakan *grain moisture meter*.

2.6 Ukuran Tepung

Ukuran dari tepung dapat bervariasi karena ukuran tepung dapat berubah bergantung kondisi eksternal yang diterima. Salah satu faktor eksternal yang berpengaruh adalah suhu akibat pemanasan (Pratami, 2016). Kenaikan suhu akan menyebabkan kinetik molekul menjadi cepat sehingga menyebabkan air yang masuk kedalam tepung juga semakin cepat dan konsekuensinya adalah tepung menjadi mengembang. Selain itu menurut Richana & Sunarti (2004) komposisi pati pada tepung juga berperan penting dalam menentukan ukuran tepung. Adapun jenis pati yang umum didapati dalam tepung adalah amilosa dan amilopektin dengan monomer glukosa (Gambar 1). Amilosa merupakan pati yang memiliki struktur heliks tidak bercabang dan memiliki kemampuan mengikat air yang sangat kuat karena memiliki gugus hidroksil (Shivus dkk., 2005; Richana & Sunarti, 2017). Sedangkan amilopektin membentuk struktur bercabang dan membentuk klaster (Roder dkk., 2005)



(Alcazar-Alay & Meireles, 2015)

Gambar 1. Struktur Pati. a) Glukosa b) Amilosa c) Amilopektin



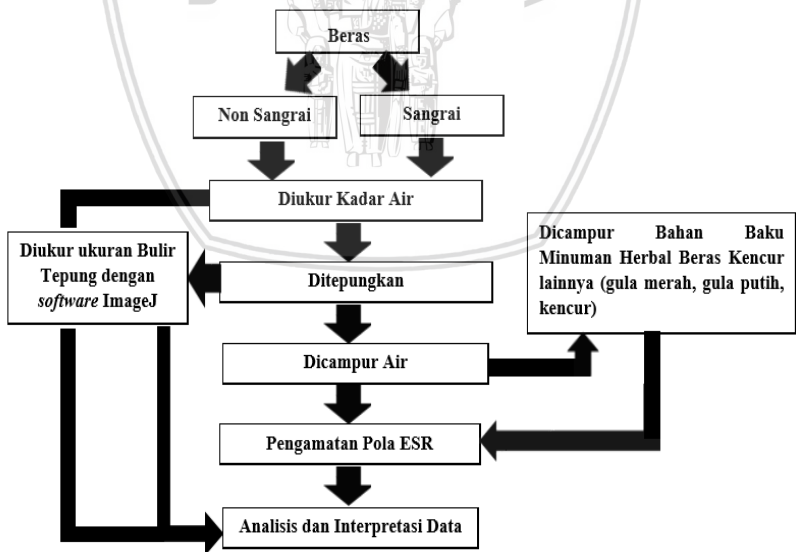
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 April – 1 Juni 2018. Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laboratorium Biologi Molekular, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang
2. Laboratorium Fisika Lanjutan, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang
3. Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang
4. Laboratorium Sentral Ilmu Hayati, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Mekanisme Operasional



Gambar 2. Mekanisme operasional penelitian

3.3 Pembuatan Tepung Beras Non-Sangrai (BNS)

Beras ditimbang sebanyak 50 g kemudian direndam dalam air selama 1 jam. Beras hasil rendaman kemudian dicuci dengan air mentah sebanyak 3 kali. Pencucian dilakukan dengan cara beras diletakan dalam panci kemudian ditambah air mentah dan diaduk hingga bersih. Beras yang sudah bersih kemudian ditambah air matang hingga terendam sebanyak 2 kali. Beras kemudian ditiriskan hingga kering kemudian diblender dengan kecepatan tinggi hingga menjadi tepung beras.

3.4 Pembuatan Tepung Beras Sangrai (BS)

Beras ditimbang sebanyak 50 g kemudian disangrai hingga berwarna kuning dan terdapat bintik – bintik cokelat. Beras kemudian dicuci dengan air mentah sebanyak 3 kali. Pencucian dilakukan dengan cara meletakan beras kedalam panci kemudian ditambahkan air mentah dan diaduk hingga bersih. Beras kemudian ditiriskan kemudian ditambahkan air matang hingga terendam sebanyak 2 kali. Beras kemudian ditiriskan hingga kering dan diblender dengan kecepatan tinggi hingga menjadi tepung beras.

3.5 Pembuatan Minuman Herbal Beras Kencur

Minuman herbal beras kencur dibuat berdasarkan komposisi bahan yang digunakan oleh produsen minuman herbal beras kencur di Dusun Jatirejo, Desa Karangrejo, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Rimpang kencur diambil sebanyak 60 g kemudian dipisahkan bagian – bagian yang menyatu. Rimpang kencur selanjutnya dicuci dengan air sebanyak 3 kali. Pencucian tahap pertama dan kedua dilakukan dengan cara merendam kencur dengan menggunakan air mentah kemudian digoyang searah dan diremas – remas hingga *scale* pada kencur bersih. Pencucian tahap kedua dilakukan dengan cara mengaliri kencur dengan air kran kemudian dibilas sebanyak 2 kali dan dikeringkan. Kencur diambil dan ditimbang sebanyak 50 g kemudian dimasukan kedalam blender. Sampel BNS sebanyak 19 g dimasukan kedalam blender dan ditambahkan air matang 250 mL kemudian ditambahkan gula putih dan gula merah masing – masing sebanyak 250 g. Semua bahan

kemudian diblender hingga tercampur merata. Metode pembuatan pada sampel BS sama seperti pada metode yang digunakan pada sampel BNS. Kemudian minuman herbal beras kencur Kromengan (K) diambil sebanyak 250 mL sebagai pembanding.

3.6 Pembuatan Ekstrak

3.6.1 Pembuatan Ekstrak Beras

Tepung BNS sebanyak 0,75 g diambil dan dimasukkan kedalam tabung propilen yang berisi 10 mL air matang. Campuran BNS dan air kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3000 RPM 4 °C selama 15 menit. Supernatan yang didapatkan diambil sedangkan pelet yang didapatkan dibuang. Metode yang digunakan pada tepung BS sama seperti metode yang digunakan pada tepung BNS.

3.6.2 Pembuatan Ekstrak Minuman Herbal Beras Kencur

Minuman herbal beras kencur dengan komponen BNS dimasukkan kedalam tabung propilen sebanyak 10 mL kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3000 RPM 4 °C selama 15 menit. Supernatan yang didapatkan diambil sedangkan pelet yang didapatkan dibuang. Metode yang digunakan pada tepung BS sama seperti metode yang digunakan pada tepung BNS.

3.6.3 Pembuatan Ekstrak Minuman Herbal Beras Kencur (Kromengan)

Minuman herbal beras kencur yang didapatkan dari produsen minuman herbal beras kencur di Dusun Jatirejo, Desa Karangrejo, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, Jawa Timur dimasukkan kedalam tabung propilen sebanyak 10 mL kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3000 RPM 4 °C selama 15 menit. Supernatan yang didapatkan diambil sedangkan pelet yang didapatkan dibuang.

3.7 Pengukuran Kadar Air

Pengukuran kadar air pada beras dilakukan dengan menggunakan *grain moisture tester* Kett PM-600. Pada saat pengukuran kadar air disarankan untuk meminimalkan kontak beras

dengan telapak tangan. Oleh karena itu beras yang akan diukur kadar air dituangkan langsung kedalam *sample cup* hingga penuh dan kemudian dituangkan kedalam *grain moisture tester*. Beras yang digunakan pada pengukuran kadar air baik BNS ataupun BS adalah sebesar ± 250 g, hal tersebut menyesuaikan volume *sample cup* yang ada pada *grain moisture tester*. Setelah beras dimasukkan kedalam penampang kemudian dilakukan pengaturan pada alat *grain moisture tester* agar dapat mengukur sampel beras. Pengukuran kadar air menggunakan *grain moisture tester* pada BNS dan BS masing – masing dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali.

3.8 Analisis Ukuran Tepung

Tepung BNS dan BS yang sudah didapatkan diambil secukupnya dengan menggunakan spatula. Tepung kemudian ditempatkan pada *object glass* dan ditambahkan aquades kemudian dilakukan *smear* dengan cara diaduk searah jarum jam agar tepung menyebar. Setelah dilakukan *smear* kemudian *object glass* ditutup dengan menggunakan *cover glass*. Tepung kemudian diamati menggunakan mikroskop cahaya Olympus BX53 dan mikroskop polarisasi Nikon Eclipse LV100N POL masing – masing pada perbesaran 400 X. Hasil yang tampak pada masing – masing mikroskop kemudian difoto menggunakan kamera DSLR. Pengukuran ukuran tepung dilakukan berdasarkan gambar yang ditangkap oleh kamera DSLR menggunakan bantuan *software* analisis gambar imageJ (Schneider, 2012). Pengukuran tepung dilakukan pada 180 bulir tepung yang terlihat pada bidang pandang pengamatan.

3.9 Analisis ESR

3.9.1 Kalibrasi Alat ESR *Spectroscopy*

Alat ESR *Spectroscopy* yang akan digunakan dilakukan kalibrasi alat menggunakan DPPH. Kalibrasi dilakukan dengan cara memasukan DPPH kedalam tabung durham kemudian ditempatkan ditengah kumparan. Kemudian dilakukan pengaturan frekuensi dan posisi ESR secara perlahan sedikit demi sedikit hingga diperoleh kurva simetris berbentuk “v” (Setiawati, 2014). Nilai arus (I) dan frekuensi (f) yang muncul pada alat ESR *Spectroscopy* dicatat dan

dilakukan perhitungan nilai faktor g menggunakan persamaan 1 & 2 (Rahma, 2016)

$$B = (4/5)^{3/2} \frac{\mu_0 I n}{R} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- μ_0 : 1,2566 x 10⁻⁶ Vs/Am
- n : jumlah lilitan pada kumparan Hemholtz
- R : jari – jari kumparan Helmholtz (cm)
- I : arus kumparan Helmholtz
- B : medan magnet Bohr

$$g = \frac{hf}{\mu_B B} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- μ_B : Magneton Bohr ($\mu_B = 9,273 \times 10^{-34} \text{ W s}^{-2}$)
- h : Konstanta Planck ($h = 6,625 \times 10^{-24} \text{ Am}^2$)
- f : frekuensi saat terjadi resonansi (Hz)
- g : Faktor Lande
- B : medan magnet Bohr

nilai faktor g yang didapatkan kemudian dicocokkan dengan nilai faktor g berdasarkan Tabel 3

3.9.2 Analisis Pola ESR Spectroscopy

Sampel masing – masing diambil sebanyak 0,3 mL dan dimasukkan kedalam tabung durham. Nilai arus (I) dan frekuensi (f) kemudian dicatat ketika terbentuk impuls resonansi magnetik yang simetris (Lostari, 2011). Nilai arus (I) dan frekuensi (f) yang didapatkan kemudian digunakan untuk mencari nilai faktor lande (g) menggunakan persamaan (1) dan (2). Nilai faktor lande (g) yang sudah didapatkan kemudian dicocokkan dengan literatur untuk mengetahui jenis radikal bebas (Tabel 3).

Tabel 3. Jenis radikal berdasarkan nilai faktor lande (g)

No.	Nama Radikal	Nilai faktor g
1	O ⁻	1,50
2	O ₂ ⁻	1,501 – 1,750
3	Fe ₂ ⁺	1,77
4	MnO ₂	1,8367
5	FeS	1,86
6	Hidroperoxida	1,9896
7	CO ₂ ⁻	1,996
8	Cu	1,997
9	SO ₃ ⁻	1,9976
10	Hidroxy	2,00047
11	Alkoxy	2,0016 – 2,00197
12	Helium	2,002
13	Methanol	2,00205
14	Alkyl	2,00206
15	Hydrogen	2,00232
16	Methyl	2,00255 – 2,00286
17	DPPH	2,0035
18	SO ₃ ⁻	2,0037
19	Ethyl	2,0044
20	C	2,00505 -2,00548
21	Peroxy	2,0155-2,0265
22	CuOx	2,098
23	CuGeO ₃	2,154
24	YBa ₂ Cu ₃ O ₇	2,24
25	Cu-HA	2,289
26	Hg	4,0 – 4,5

(Miller, 2001 dalam Lostari, 2011)

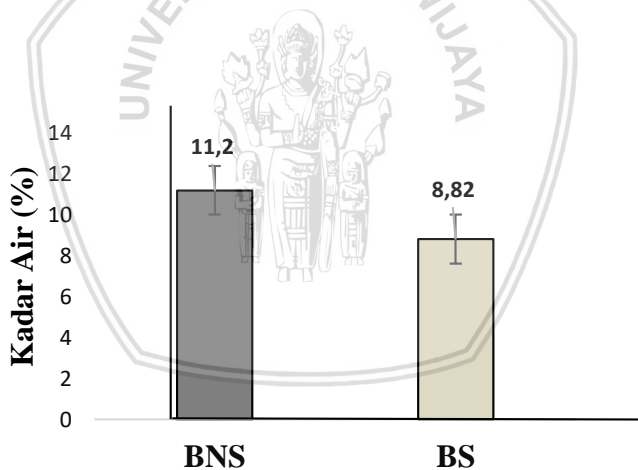


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Kadar Air

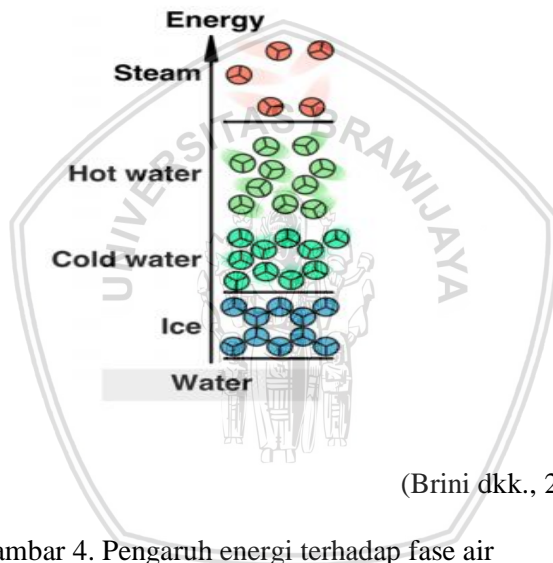
Pengukuran kadar air pada beras non sangrai (BNS) dan beras sangrai (BS) dilakukan dengan menggunakan *grain moisture tester* Kett PM-600. Pengukuran kadar air menggunakan *grain moisture tester* termasuk kedalam pengukuran kadar air secara tidak langsung (*indirect*)(Wang & Wang, 2012). Pengukuran kadar air secara *indirect* dilakukan dengan cara mengukur variabel antara (*intermediate*) dalam hal ini adalah sifat dielektrik konstan pada sampel yang kemudian dikonversi menjadi luaran data berupa kadar air (%)(Kett, 2018). Berdasarkan hasil pengukuran kadar air pada BNS dan BS didapati bahwa BNS memiliki kadar air sebesar $11,2 \pm 0,534$ % sedangkan BS memiliki kadar air sebesar $8,82 \pm 0,853$ % (Gambar 3)



Gambar 3. Hasil pengukuran kadar air pada beras non sangrai (BNS) dan beras sangrai (BS)

Berdasarkan pengukuran tersebut juga diketahui bahwa beras yang diberi perlakuan sangrai mengalami penurunan kadar air sebesar 2,38 %. Penurunan kadar air pada BS dapat terjadi karena adanya

perpindahan energi panas secara konduksi dari wajan menuju beras. Hal tersebut disebabkan karena proses sangrai merupakan proses pengeringan yang bersifat isotermik dimana bahan yang dikeringkan menempel langsung dengan *plate* atau wajan (Muchtadi & Sugiyono, 2013). Adanya perpindahan energi tersebut menyebabkan perubahan fisik air didalam beras yang ditandai dengan adanya perubahan fase dari fase cair menjadi fase gas. Brini dkk. (2017) yang menyatakan bahwa fase air dapat ditentukan oleh energi yang diterima (Gambar 4)



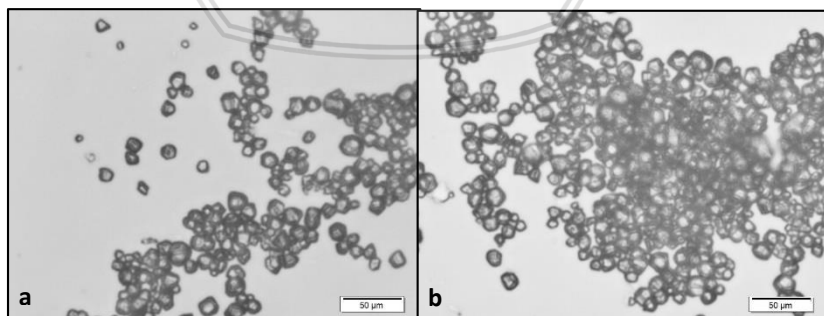
Gambar 4. Pengaruh energi terhadap fase air

Perbedaan fase air antara padat, cair, dan gas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dibedakan dari susunan kerapatan antar molekulnya dimana tingkat kerapatan molekul tersebut menentukan kinetik atau pergerakan molekulnya. Fase padat memiliki pergerakan molekul yang bebas, fase cair memiliki pergerakan yang sedikit bebas, dan fase gas memiliki pergerakan yang sangat bebas (Agrawal dkk., 2006). Ketika terjadi pengenalan energi seperti energi panas pada air yang ada didalam beras, air yang berada dalam fase cair akan menyebabkan mengalami peningkatan kinetik molekul air. Peningkatan kinetik

molekul air tersebut akan mengganggu keseimbangan ikatan hidrogen antara molekul air yang berada pada fase cair sampai pada titik tertentu terutama pada air yang dekat dengan lingkungan akan mulai terlepas kelingkungan dan berubah secara fisik menjadi fase gas (Brini dkk., 2017).

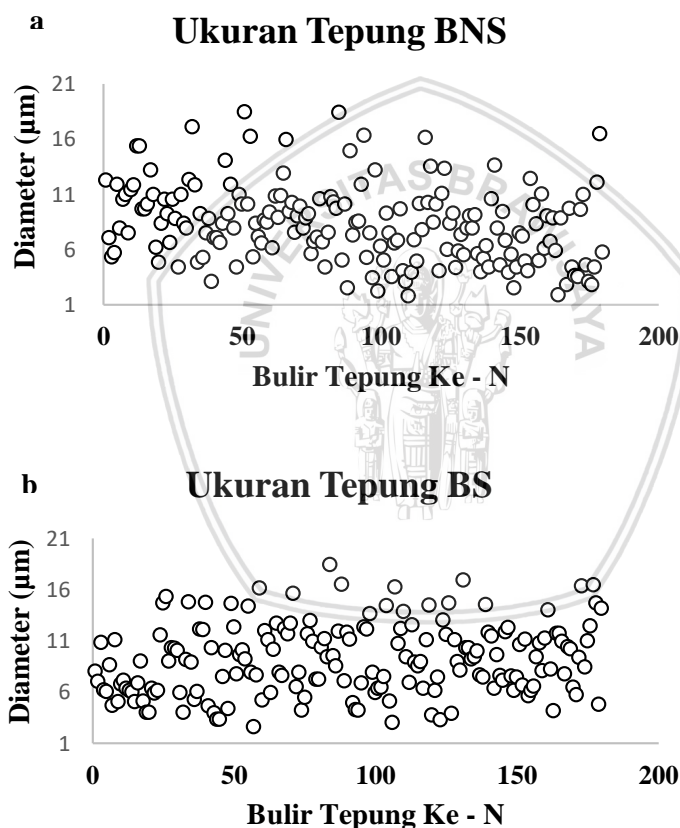
4.2 Analisis Ukuran Tepung

Analisis Ukuran Tepung dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya Olympus BX53 untuk mendapatkan gambaran ukuran serta bentuk Tepung secara umum dan mikroskop polarisasi Nikon Eclipse LV100N POL untuk memberikan gambaran sifat *birefringence* pada tepung sebagai variabel antara (*intermediate*). Hasil pengamatan menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 400 X menunjukkan bahwa beras BNS maupun BS secara umum tidak memiliki perbedaan pada bentuk, yaitu memiliki bentuk polihedral. Hal tersebut sejalan dengan Crutcher (2018) yang menyatakan bahwa tepung beras memiliki bentuk polihedral dengan vakuola yang berbentuk bulat. Bentuk pada tanaman tersebut berkaitan dengan jenis tanaman yang digunakan, masing – masing jenis tanaman memiliki bentuk tepung yang berbeda – beda sebagai bentuk ciri khas (Richana & Sunatri, 2004). Tepung BNS pada hasil pengamatan terlihat lebih renggang dibandingkan dengan BS yang terlihat lebih rapat. Selain itu juga berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa masing – masing sampel tidak memiliki perbedaan warna, namun terlihat memiliki ukuran yang tidak seragam (Gambar 5).



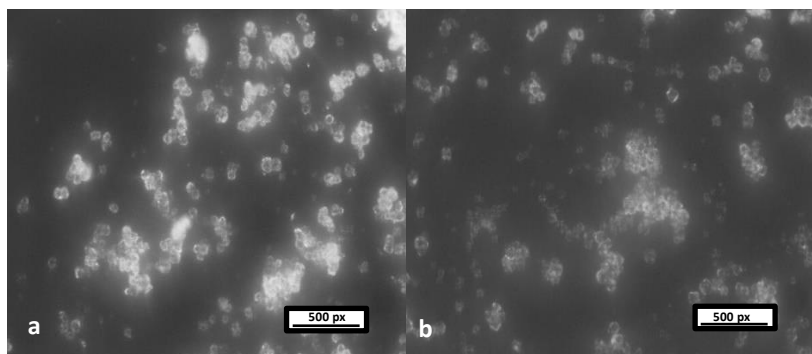
Gambar 5. Hasil pengamatan tepung beras menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 400 X. a) BNS b) BS

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *software* analisis gambar ImageJ diketahui tepung BNS dan BS memiliki distribusi rentang ukuran yang bervariasi, yaitu BNS memiliki rentang ukuran 0,43 – 18,47 μm sedangkan BS memiliki rentang ukuran 2,64 – 18,43 μm (Lampiran 4)(Gambar 6).



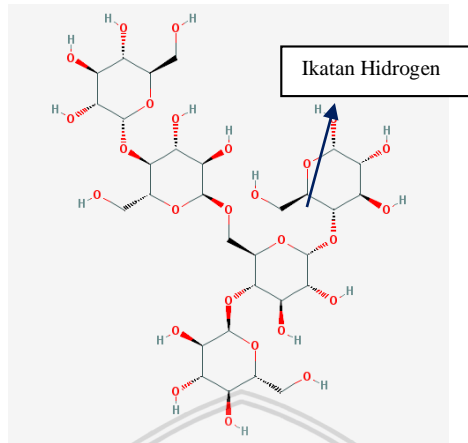
Gambar 6. Distribusi ukuran tepung. a) BNS b) BS

Baik rentang ukuran BNS maupun BS masih berada pada rentang ukuran tepung beras yaitu berada pada rentang 3-15 μm (Crutcher, 2018). Namun secara keseluruhan apabila dilakukan rerata ukuran tepung BNS lebih kecil dibandingkan dengan ukuran tepung BS, namun tidak berbeda secara signifikan. Adapun ukuran BNS apabila dilakukan rerata sebesar $8,23 \pm 3,51 \mu\text{m}$ sedangkan BS sebesar $9,18 \pm 3,45 \mu\text{m}$. Perbedaan ukuran tersebut dapat dimungkinkan dengan adanya sifat *phorus* pada BS yang timbul akibat proses pensangraian. Pratami (2016) menyatakan bahwa proses pengeringan yang menyebabkan penurunan kadar air akan mengubah kekerasan bahan dan menyebabkan bahan menjadi lebih *phorous*. Adanya sifat *phorous* atau berpori ini dapat diduga memungkinkan penyerapan air menjadi lebih besar sehingga ketika BS dilakukan proses pencucian air yang digunakan untuk mencuci sebagian masuk kedalam BS dan menyebabkan perbedaan ukuran yang lebih besar. Selain itu juga penyerapan air pada tepung ini dapat diduga berkaitan dengan komposisi amilosa dan amilopektin yang ada didalam tepung. Richana & Sunarti (2017) menyatakan bahwa penyerapan air berkaitan dengan terdapatnya gugus hidroksil dimana gugus hidroksil ini diketahui banyak terdapat pada amilosa. Sehingga berdasarkan hal tersebut dapat diduga bahwa BS memiliki komposisi amilosa yang lebih banyak dibandingkan dengan BNS. Kong dkk. (2014) menyatakan bahwa pada tepung dengan komposisi amilosa yang lebih banyak terlihat terjadi pengembangan pada pati lebih besar dibandingkan dengan tepung yang memiliki jumlah amilosa lebih sedikit. Perubahan komposisi tersebut dapat digambarkan oleh sifat *birefringence* BS dan BNS ketika diamati menggunakan mikroskop polarisasi pada perbesaran 400X (Gambar 7). Berdasarkan Gambar 7a yaitu sampel BNS diketahui bahwa secara keseluruhan masih memunculkan sifat *birefringence* yang ditandai dengan adanya kondisi sampel yang terlihat merefleksikan cahaya polarisasi, sedangkan pada Gambar 7b yaitu sampel BS diketahui bahwa sampel tidak memunculkan sifat *birefringence*. Sifat *birefringence* dapat terjadi apabila cahaya yang terpolarisasi mengenai suatu materi yang bersifat anisotropik dimana materi anisotropik ini umumnya terdapat pada materi jenis kristal.



Gambar 7. Hasil pengamatan tepung beras menggunakan mikroskop polarisasi perbesaran 400 X. a) BNS b) BS

Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui BS mengalami kehilangan materi yang bersifat kristal dalam hal ini adalah amilopektin. Dowd dkk. (1999) menyatakan bahwa amilopektin merupakan kristal pati yang dapat memberikan sifat *birefringence* ketika diamati dengan menggunakan mikroskop polarisasi. Sifat kristal ini dimungkinkan karena amilopektin tersusun secara simetris berdasarkan geometrinya dan dihubungkan oleh ikatan hidrogen (Gambar 8). Perpindahan energi panas secara konduksi yang diterima oleh BS dari wajan dapat diduga menyebabkan terjadinya peningkatan kinetik molekul yang ada didalam BS. Apabila dilihat berdasarkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop polarisasi sampel BS mengalami kehilangan sifat *birefringence* berdasarkan hal tersebut dapat diduga bahwa energi dari wajan menyebabkan ketidakstabilan ikatan hidrogen pada amilopektin yang kemudian menyebabkan putusnya ikatan hidrogen sebagaimana putusnya ikatan hidrogen pada molekul air yang menyebabkan perubahan fase dari fase cair menjadi fase gas. Ikatan hidrogen pada amilopektin tidak hanya berperan dalam menjaga struktur dasar dari amilopektin itu sendiri, namun juga menjaga ikatan antara molekul amilopektin yang satu dengan lainnya (Dowd dkk., 1999 ; Herawati, 2009). Ikatan yang terputus tersebut akan menyebabkan ikatan tersebut berikatan dengan molekul air yang masuk kedalam BS akibat proses pencucian dengan air sehingga mengakibatkan air menjadi terikat kuat didalam beras.



(Pubchem, 2018)

Gambar 8. Struktur kimia Amilopektin

Purwandani dkk. (2014) menyatakan bahwa tepung yang terkena energi panas akan menggunakan energi panas untuk melakukan pembentukan ikatan baru didalam tepung salah satunya adalah terjadi pada amilopektin sehingga menyebabkan air berikatan secara kuat didalam tepung. BNS yang memiliki ukuran lebih besar dibandingkan walaupun tidak berbeda signifikan dapat diduga bahwa BNS masih memiliki struktur amilopektin yang berada dalam kondisi baik sehingga beras berada dalam kondisi rigid dan susah untuk ditembus oleh air. Pranoto dkk. (2011) menyatakan bahwa penetrasi air akan semakin berkurang apabila seiring dengan meningkatnya kekompakan molekul pati pada tepung. Walaupun demikian pada penelitian ini tidak bisa secara valid membuktikan perubahan komposisi maupun struktur pada amilosa dan amilopektin karena adanya keterbatasan alat yang digunakan sehingga perlu adanya pengamatan lebih lanjut. Herawati (2009) menyatakan bahwa bahwa energi panas tidak hanya dapat memutuskan ikatan hidrogen antara molekul amilopektin – amilopektin, namun juga ikatan hidrogen antara molekul amilosa – amilosa. Berdasarkan hal tersebut juga terdapat kemungkinan adanya pemutusan ikatan hidrogen pada amilosa.

4.3 Analisis ESR

4.3.1 Kalibrasi Alat ESR

Analisis ESR dilakukan dengan sebelumnya melakukan kalibrasi dengan menggunakan 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH). Kalibrasi ini dilakukan agar mendapatkan posisi resonansi pada osiloskop yang simetrik. Hasil kalibrasi DPPH ini ditentukan dari tampilan kurva pada osiloskop yang membentuk huruf “v” secara simetrik (Gambar 9).



$$f = 23 \text{ Mhz } I = 0,196 \text{ A}$$

Gambar 9. Kurva yang terbentuk pada osiloskop ketika kalibrasi menggunakan DPPH

Terbentuknya kurva huruf “v” tersebut menandakan bahwa DPPH merupakan salah satu jenis radikal bebas. Alat ESR akan menyebabkan terjadinya resonansi apabila pada suatu sampel terdapat elektron tidak berpasangan yang umumnya terdapat pada suatu radikal bebas (Weil & Bolton, 2007). Molyneux (2004) menyatakan bahwa DPPH merupakan jenis radikal bebas yang berbentuk kristal, berwarna gelap dan stabil. Berdasarkan sifatnya tersebut DPPH sangat cocok digunakan untuk melakukan kalibrasi ESR. Frekuensi (f) dan arus (I) ketika terjadi resonansi dicatat. Alat ESR yang sudah dikalibrasi kemudian digunakan untuk melakukan pembacaan pola

ESR pada sampel dengan cara yang sama ketika melakukan kalibrasi, yaitu frekuensi (f) dan arus (I) ketika terjadi resonansi dicatat.

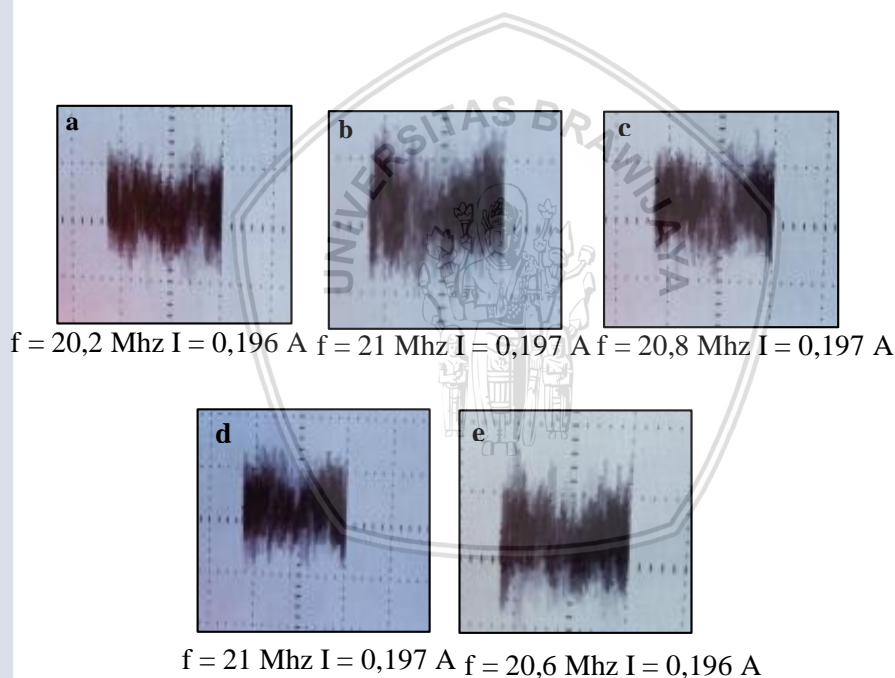
Tabel 4. Perhitungan nilai faktor Lande (g)

Sampel	Ulangan	Frekuensi (Hz)	Arus (A)	Medan Magnet (T)	Faktor g	Jenis Radikal
Kromengan	1	20200000	0,196	0,00083	1,74015	Fe^{2+} , O_2^-
	2	21000000	0,197	0,00083	1,79989	
	3	20800000	0,197	0,00083	1,78275	
	4	21000000	0,197	0,00083	1,79989	
	5	20600000	0,196	0,00083	1,77461	
MBNS	1	19600000	0,196	0,00083	1,68847	Tidak Diketahui, O_2^-
	2	17100000	0,195	0,00083	1,48066	
	3	16800000	0,195	0,00083	1,45468	
	4	16800000	0,195	0,00083	1,45468	
MBS	1	19600000	0,196	0,00083	1,68847	O_2^-
	2	18400000	0,196	0,00083	1,58509	
	3	19000000	0,195	0,00083	1,64517	
BNS	1	16500000	0,195	0,00083	1,4287	Tidak Diketahui
	2	16500000	0,195	0,00083	1,4287	
	3	16500000	0,195	0,00083	1,4287	
	4	16500000	0,195	0,00083	1,4287	
	5	16500000	0,195	0,00083	1,4287	
BS	1	17000000	0,195	0,00083	1,472	Tidak Diketahui
	2	16500000	0,195	0,00083	1,4287	
	3	16500000	0,195	0,00083	1,4287	

Faktor Lande menurut Lostari (2011) dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis radikal bebas pada suatu sampel. Adapun perhitungan untuk mendapatkan faktor Lande pada masing – masing sampel dapat dilihat pada Tabel 4

4.3.2 Analisis Pola ESR Minuman Herbal Beras Kencur Kromengan

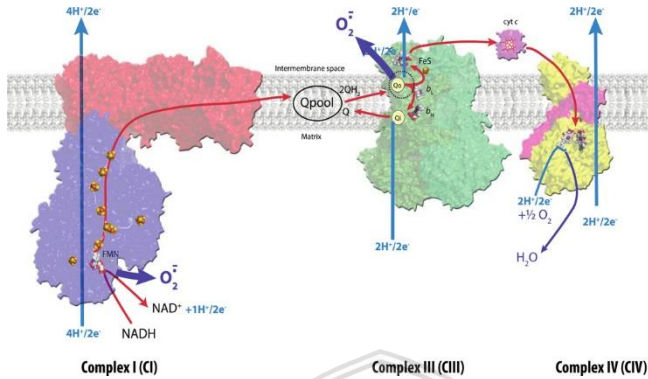
Analisis minuman herbal beras kencur kromengan (K) menghasilkan dua jenis radikal, yaitu radikal O_2^- (anion superoksida) dan Fe^{2+} (fero) (Gambar 10)(Tabel 4). Anion superoksida pada K merupakan salah satu dari jenis radikal yang tergolong kedalam *Reactive Oxygen Spesies* (ROS). Pada sampel K tersebut juga terlihat bahwa terbentuk radikal besi Fe^{2+} yang umumnya hanya terdapat di alam dan sangat jarang ditemukan didalam produk – produk yang dikonsumsi.



Gambar 10. Kurva yang terbentuk pada sampel K yang dianalisis menggunakan ESR. a) kurva radikal anion superoksida (O_2^-) b,c,d,e) kurva radikal fero (Fe^{2+})

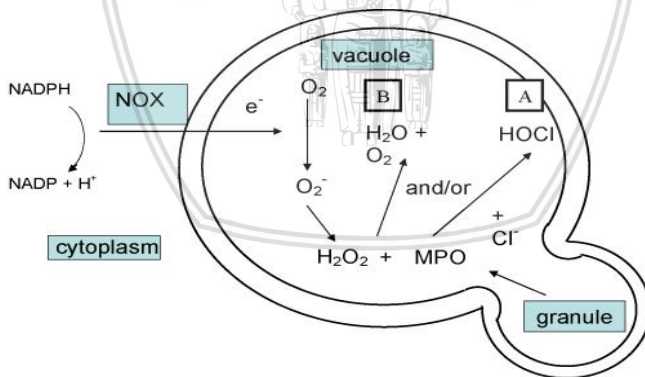
Superoxida pada sampel Kromengan dapat terbentuk karena adanya peristiwa Oksigen (O_2) yang berubah menjadi ROS akibat adanya Peristiwa *Oxygen Reduction Reaction* (ORR). Oksigen umumnya

tidak berinteraksi dengan molekul lain sehingga sangat jarang terjadi peristiwa ORR, namun pada kondisi tertentu seperti pada respirasi biologi dan pada sistem konversi energi hal tersebut dapat terjadi (Zhang, 2008 ; Hayyan dkk., 2016). Berdasarkan hal tersebut dapat diduga sumber yang memproduksi superoksida pada sampel terbagi menjadi dua jenis yaitu, sumber yang bersifat biologis dan sumber yang bersifat fisik. Peran sumber fisik dalam memberikan superoksida pada sampel sangat sulit diketahui disebabkan karena adanya informasi yang terbatas terhadap proses pembuatan sampel K secara terperinci terutama yang berkaitan dengan sumber sifat fisik. Sedangkan sumber yang bersifat biologis dapat diduga berasal dari bahan – bahan yang digunakan. Pada proses pembuatan sampel K diketahui menggunakan rimpang kencur dimana dapat diduga rimpang kencur yang mengalami proses mekanik menyebabkan superoksida yang ada didalam rimpang kencur keluar. Hayyan dkk. (2016) menyatakan bahwa pada materi biologi anion superoksida dapat berasal dari dua sumber, yaitu dari rantai respirasi mitokondria dan Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphosphate (NADPH) Oxidase (NOX) vakuola fagosit. Superoksida pada rantai respirasi dihasilkan pada kompleks I dan III (Gambar 11)(Rhoads dkk., 2006 ; Lanciano dkk., 2013). Sedangkan anion superoksida pada vakuola fagosit dihasilkan pada bagian lumen akibat adanya NOX (Gambar 12). Namun yang paling berpotensi untuk menjadi sumber penghasil radikal anion superoksida pada sampel berasal dari mitokondria sel – sel rimpang kencur disebabkan karena sel fagosit hanya terdapat pada sel hewan dan tidak terdapat pada sel – sel tumbuhan. Selain itu juga menurut Liu dkk. (2010) menyatakan bahwa radikal anion superoksida merupakan radikal yang umum digunakan oleh tumbuhan sebagai mekanisme pertahanan untuk melawan pathogen – patogen ketika tumbuhan mengalami perlukaan secara fisik. Anion superoksida merupakan salah satu jenis ROS yang bersifat toksik sehingga dapat merusak patogen ketika menyerang tumbuhan dan dapat mencegah terjadinya penyebaran lebih lanjut pada bagian – bagian tumbuhan yang lain (Heath, 2000).



(Lanciano dkk., 2013)

Gambar 11. Proses produksi superoksida pada rantai respirasi mitokondria

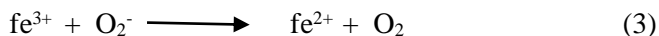


(Segal, 2008)

Gambar 12. Proses produksi superoksida pada vakuola fagosit

Berdasarkan pada sampel K dikekatuhi juga terdapat ion ferro (Fe^{2+}) ion ferro. Perez-Guzman dkk. (2010) menyatakan bahwa di alam terdapat dua jenis ion besi, yaitu ion ferro (Fe^{2+}) dan ion ferri (Fe^{3+}).

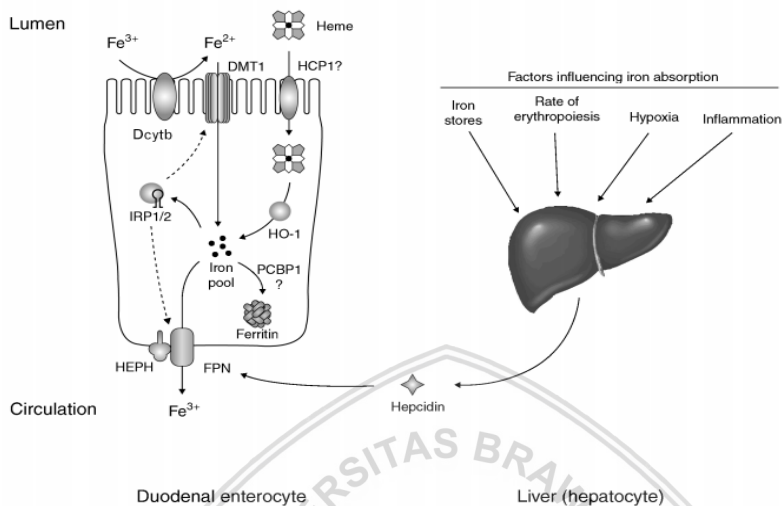
Ion ferro dapat dihasilkan dari materi besi langsung atau adanya reduksi ion ferri menjadi ion ferro. Benov (2001) menyatakan bahwa salah satu jenis radikal yang dapat menyebabkan reduksi pada ion ferri menjadi ferro adalah anion superoksida (persamaan reaksi 3)



Berdasarkan hal tersebut dapat diduga bahwa ion ferro yang terdapat pada sampel merupakan ion – ion ferri yang mengalami reduksi. Ion ferri yang diduga menjadi penyebab terbentuknya ion ferro dapat berasal alat memasak sampel yang mengandung karat. Perez-Guzzman dkk. (2010) menyatakan bahwa ion ferri dapat terbentuk dari besi yang mengalami proses berkarat pada lingkungan aerob yang mengandung oksigen dan air (persamaan reaksi 4)



Namun adanya karat tersebut tidak dapat dipastikan secara valid pada penelitian ini karena pada penelitian ini tidak ada data primer yang dapat mengkonfirmasi mengenai kondisi peralatan yang digunakan oleh produsen minuman herbal beras kenur di Kromengan. Namun ion ferro yang ada pada sampel kromengan juga dapat diindikasikan berasal dari senyawa besi yang ada pada beras karena berdasarkan USDA (2016) beras memiliki kandungan besi sebesar 1,2 mg (Tabel 2). Manusia umumnya mengonsumsi makanan yang mengandung besi sebanyak 10 – 20 mg yang kemudian diserap sebanyak 1 – 2 mg (Abbaspour dkk., 2014). Besi yang terdapat pada makanan umumnya berupa ion ferri namun agar dapat digunakan oleh tubuh maka besi harus diubah menjadi ion ferro (Anderson dkk., 2009). Ion ferri diubah menjadi ion ferro oleh duodenal cytochrome B (DcytB) yang ada di *brushborder* duodenum. Iron ferro kemudian akan di transpor sepanjang *brushborder* melalui metal ion transporter 1 (DMT1). Ion ferro yang sudah ditranspor oleh DMT1 kemudian akan masuk kedalam area intraselular, pada area intraselular apabila ion ferro tidak dibutuhkan oleh tubuh maka iron ferro akan disimpan oleh protein penyimpan ion ferro, yaitu ferritin namun apabila ion ferro dibutuhkan oleh tubuh maka akan ditransfer sepanjang membran basolateral oleh bantuan ferroportin (FPN). Adapun proses penyimpanan ion ferro pada ferritin di mediasi oleh chaperone poly(rC) binding protein 1 (PCBP1). Adapun skema proses penyerapan besi oleh dapat dilihat pada Gambar 13



(Anderson dkk., 2009)

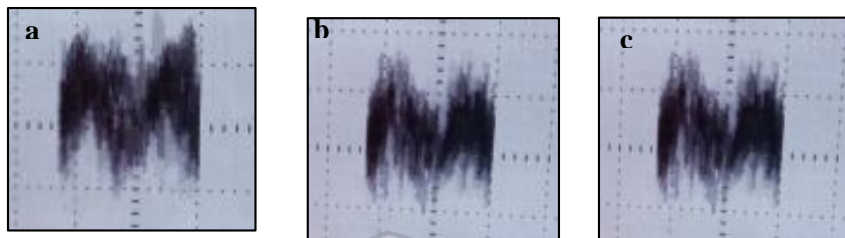
Gambar 13. Skema adsorpsi besi dalam tubuh

Ion ferro yang ditranspor melalui FPN kemudian akan dilakukan untuk berbagai aktivitas tubuh salah satunya yang memiliki peran terbanyak adalah pada proses eritropoesis (Abbaspur dkk., 2014). Apabila besi yang masuk kedalam tubuh sudah berada dalam bentuk ion ferro maka penggunaan besi untuk kebutuhan tubuh akan semakin mudah. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa anion superoksida berperan dalam memaksimalkan penyerapan ion – ion yang dibutuhkan oleh tubuh dengan cara melakukan reaksi reduksi pada ion ferri. Berdasarkan hasil yang didapatkan juga dapat diduga bahwa minuman herbal yang diproduksi di daerah Kromengan sudah memiliki komposisi yang sesuai dimana komposisi ini dapat meningkatkan manfaat ketika dikonsumsi.

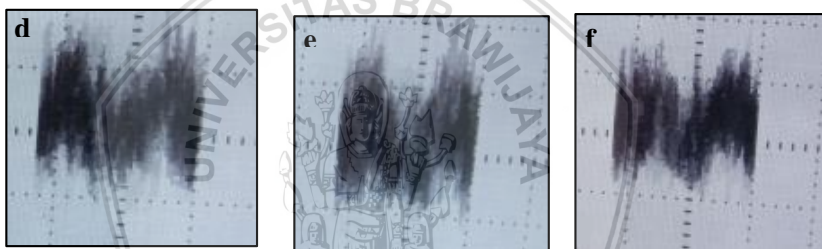
4.3.3 Analisis Pola ESR BNS dan BS

Analisis ekstrak BNS dan BS menggunakan ESR menunjukkan bahwa sampel mengandung radikal bebas, namun jenis radikal bebas belum diketahui jenisnya (Gambar 14). Radikal bebas yang terbentuk ini didapat berdasarkan nilai g (Tabel 4) tidak berbeda dimana terlihat

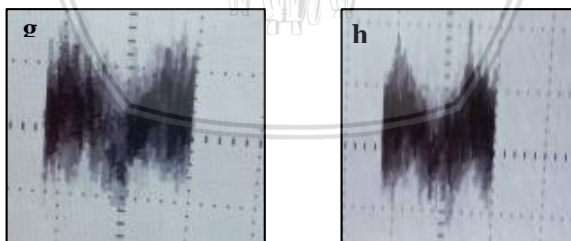
berdasarkan nilai faktor g pada sampel BS dan BNS diduga kedua sampel memiliki jenis radikal yang sama. Namun apabila terdapat perbedaan jenis radikal bebas maka radikal bebas tersebut dapat dimungkinkan berkaitan dengan proses pensangraian



$f = 16,5 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ $Af = 16,5 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ $Af = 16,5 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ A



$f = 16,5 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ $Af = 16,5 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ $Af = 17 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ A



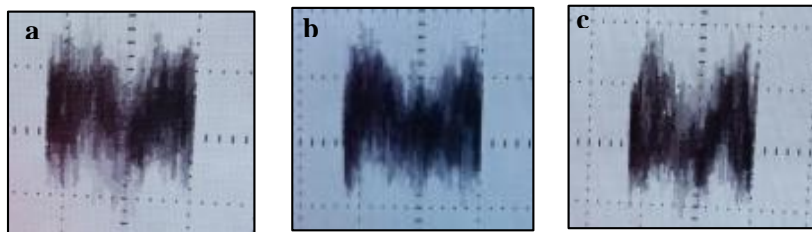
$f = 16,5 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ A $f = 16,5 \text{ Mhz}$ $I = 0,195$ A

Gambar 14. Kurva yang terbentuk pada sampel BNS dan BS yang dianalisis menggunakan ESR. a,b,c) kurva pada sampel BNS d,e,f,g) kurva pada sampel BS

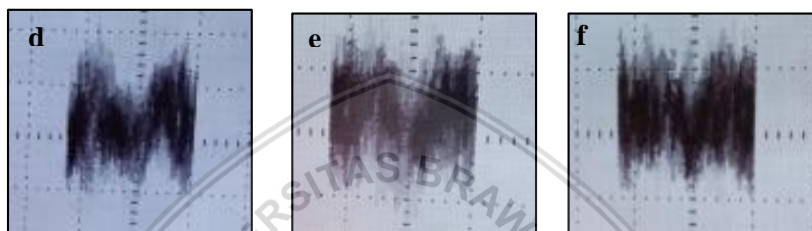
Pada sampel beras masing – masing juga terlihat bahwa tidak terdeteksi ion ferro sedangkan pada sampel K (Kromengan) yang dijadikan sebagai pembanding terdeteksi ion ferro. Hal ini dapat diduga bahwa ekstrak beras kemungkinan mengandung ion ferri namun belum tereduksi menjadi ion ferro akibat tidak adanya radikal anion superoksida yang membantu dalam mereduksi ion ferri. Hal tersebut dapat diduga karena beras yang ada pada pasaran telah melalui proses penggilingan ketika pasca panen. Penggilingan ini secara keseluruhan bertujuan untuk memisahkan bagian – bagian dari biji padi dan hanya mendapatkan bagian endospermae biji atau yang dikenal juga beras (Rachmat, 2012. FAO, 2017). Proses penggilingan pada biji padi untuk mendapatkan beras berpotensi untuk menghilangkan bagian embrio dari beras (FAO, 2017). Sehingga berdasarkan hal tersebut radikal anion superoksida yang berasal dari mitokondria tidak ditemukan pada sampel BS maupun BNS. Berdasarkan hasil juga menunjukan bahwa nilai g yang sama pada masing – masing sampel memberikan gambaran bahwa rusaknya kristal amilopektin yang terjadi akibat proses sangrai yang dapat dilihat pada hasil pengamatan menggunakan mikroskop polarisasi dimana BS tidak menyebabkan terbentuknya radikal baru atau berbeda dibandingkan dengan BNS. Radikal yang terbentuk pada masing – masing sampel dapat diduga merupakan komponen penyusun beras yang tidak terpengaruh oleh proses sangrai mengingat banyaknya komponen kimia penyusun beras (Tabel 2)(USDA, 2016).

4.3.4 Analisis Pola ESR Minuman Herbal Beras Kencur (BNS) dan Minuman Herbal Beras Kencur (BS)

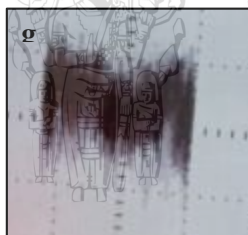
Analisis Minuman herbal beras kencur BNS (MBNS) dan minuman herbal beras kencur BS (MBS) menunjukan bahwa pada masing – masing sampel radikal yang terbentuk adalah radikal anion superoksida dan juga radikal yang tidak diketahui jenisnya (Gambar 15). Berdasarkan hasil pengamatan menunjukan bahwa sampel MBNS dan MBS memiliki hasil radikal yang sama dengan sampel K berupa adanya radikal anion superoksida. Hal tersebut dapat mengindikasikan adanya sumber pembentukan radikal yang sama, yaitu dari rantai respirasi mitokondria sel – sel rimpang kencur.



$f = 19,6 \text{ Mhz } I = 0,196 \text{ A}$ $f = 17,1 \text{ Mhz } I = 0,196 \text{ A}$ $f = 16,8 \text{ Mhz } I = 0,195 \text{ A}$



$f = 16,8 \text{ Mhz } I = 0,195 \text{ A}$ $f = 19,6 \text{ Mhz } I = 0,196 \text{ A}$ $f = 18,4 \text{ Mhz } I = 0,196 \text{ A}$

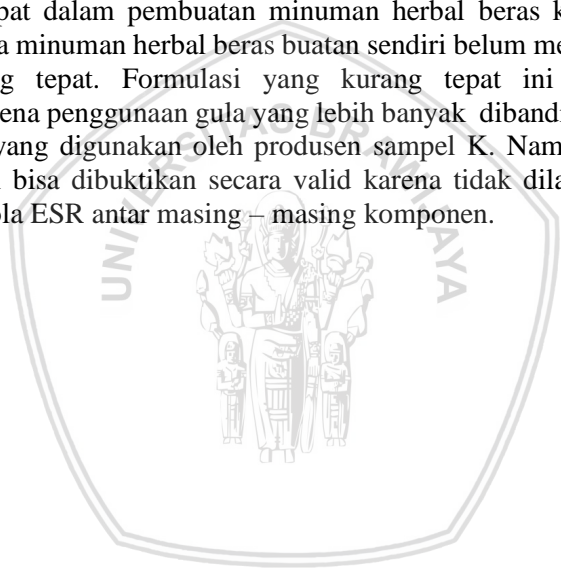


$f = 19 \text{ Mhz } I = 0,195 \text{ A}$

Gambar 15. Kurva yang terbentuk pada sampel MBNS dan MBS yang dianalisis menggunakan ESR. a,b,c,d) kurva pada sampel MBNS e,f,g). Masing – masing sampel terbentuk kurva radikal radikal anion superoksida (O_2^-)(a,e,f,g) dan radikal yang tidak diketahui (b,c,d)

Namun baik pada MBNS terutama MBS tidak terbentuk radikal ferro. Pada sampel MBNS juga terlihat bahwa terbentuk radikal yang tidak diketahui jenisnya. Radikal yang tidak diketahui jenisnya ini memiliki

nilai g yang sama dengan nilai radikal pada beras BNS maupun BS secara keseluruhan. Namun radikal yang tidak diketahui jenisnya ini tidak terbentuk pada sampel K, hal tersebut dapat diduga bahwa terdapat perbedaan beras yang digunakan antara produsen minuman herbal K dengan sampel yang dibuat. Namun demikian perbedaan tersebut tidak dapat diketahui karena tidak dilakukan pengamatan pada bahan – bahan yang digunakan oleh produsen sampel K. Selain itu dapat dilihat bahwa adanya radikal ferro dan anion superoksida mengindikasikan adanya kombinasi yang baik dalam meningkatkan peran ion ferri secara fisiologis (Anderson dkk., 2009). Berdasarkan hal tersebut kemungkinan produsen sampel K mempunyai formulasi yang sudah tepat dalam pembuatan minuman herbal beras kencur. sedangkan pada minuman herbal beras buatan sendiri belum memiliki formulasi yang tepat. Formulasi yang kurang tepat ini dapat disebabkan karena penggunaan gula yang lebih banyak dibandingkan dengan resep yang digunakan oleh produsen sampel K. Namun hal tersebut belum bisa dibuktikan secara valid karena tidak dilakukan pengamatan pola ESR antar masing – masing komponen.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pola ESR pada masing – masing sampel cukup beragam adapun radikal yang terbentuk adalah radikal anion superoksida (O_2^-), radikal ferro (Fe^{2+}), dan radikal yang belum diketahui jenisnya. Radikal anion superoksida pada sebagian besar sampel terlihat lebih dominan dibandingkan dengan jenis radikal lainnya. Jenis radikal yang terbentuk pada sampel BS tidak berbeda dengan BNS.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya sebaiknya juga dilakukan analisis pola ESR pada bahan – bahan yang digunakan oleh produsen minuman herbal di daerah Kromengan. Penelitian selanjutnya sebaiknya lebih berhati – hati dalam melakukan pembuatan pada sampel minuman herbal beras kencur dimana pembuatan harus sesuai dengan resep yang digunakan oleh produsen. Penelitian selanjutnya perlu adanya pengamatan pola ESR antar komponen minuman herbal beras kencur sehingga dapat meng

DAFTAR PUSTAKA

- AACC. 1983. **Approve methods of the AACC : Method 44-15A.** The Associations. Minnesota..
- Abbaspour, N., R. Hurrell, & R. Kelishadi. 2014. Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci.* 19(2) : 164 – 174.
- Agrawal, R. K., G. Jain, & R. Sharma. 2006. **Kinetic theory and thermodynamics.** Krishna Prakashan Medi (P) Ltd. Meerut.
- Alay-Alcazar, S. C. & M. A. A. Meireles. 2015. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources. *Food Sci. Technol. Campinas.* 35(2) : 215 – 236.
- Anderson, G. J., D. M. Frazer, & G. D. McLaren. 2009. Iron adsorption and metabolism. *Curr Opin Gastroenterol.* 25 : 129 - 135.
- AOAC. 1984. **Official methods of analysis.** Edisi Keempat belas. Virginia.
- ASAE. 1986. **Moisture measurement grain and seeds, S352.1; moisutire measurement-forges, S358.1. ASAE standard.** Miami.
- Balick, M. J., E. Elisabetsky, & S. A. Laird. 1996. **medicinal resources of the tropical forest : biodiversity and its importance to human health.** Columbia University Press. New York.
- Benov, L. 2008. How superoxide radical damages the cell. *Protoplasma.* 217(1-3) : 33 – 36.
- Brini, E., C. J. Fennell, M. Fernandez-Serra, B. Haribar-Lee, M. Luksic, & K. A. Dill. 2017. How water's properties are encoded in its molecular structure and energies. *Chem. Rev.* 117 : 12385 – 12414.
- Choonhaahirum, A. 2006. Quality of low-caloric mixed herbs drink containing aspartame and acesulfame-K. *AU J. T.* 10(2) : 86 - 90.
- Crutcher. 2018. Rice starch. www.microlabgallery.com/gallery/Rice%20Starch%std%20X Pol.aspx. Diakses 17 Juni 2018,.

- Denardin, C. C., N. Bouffleur, P. Reckziegel, L. P. da Silva, & M. Walter. 2012. Amylose content in rice (*oryza sativa*) affects performance, glycemic and lipidic metabolism in rats. *Ciencia Rural*. 42 (2) : 381 – 387.
- Denton, O. A., R. O. Oyekele, C. C. Nwanghuruka, D. S. Daramola, J. A. Adeyeye, & O. O. Olokayode. 2013. Influence of high dry heat temperature on seed germination, seedling, emergence, and seedling vigour of three cultivars of *corchorus alitorius* seed. *American Journal of Research Communication*. 1(5) : 98 – 114.
- Dipanik, K. & P. Kokare. 2017. Ratio of amylose as indicators of glycemic index and in vitro enzymatic hydrolysis of starches of long, medium, and short grain rice. *Int. J. Res. Med. Sci*. 5(10). 4502 – 4505.
- Dowd, M. K., M. Radosavljevic, & J. Jane. 1999. Characterisatization of starch recovered from wet-milled corn fiber. *Cereal chem*. 76(1) : 3 – 5.
- FAO. 2017. Physical Grain Characteristics of Paddy / Milled and its Grades and Standard. <http://www.fao.org/docrep/x5048e/x5048E02.htm>. Diakses 22 Juli 2018.
- Hamzari. 2008. Identifikasi tanaman obat – obatan yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar hutan tabo – tabo. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 3(2) : 159 – 167.
- Hayyan, M., M. A. Hashim, & I. M. AlNashef. 2016. Superoxide ions : generation and chemical implication. *Chem. Rev*, 116 : 3029 – 3085.
- Heath, M. C. 2000. Hypersensitive responses-related death. *Plant Mol. Biol*. 44(3) : 321 – 334.
- Herawati, D. 2009. **Modifikasi pati sagu dengan teknik *heat water moisture treatment* (HWMT) dan aplikasinya dalam memperbaiki kualitas bihun**. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tesis.
- Hernawan, E. & V. Meylani. 2016. Analisis karakteristik fisikokimia beras putih, beras merah, dan beras hitam (*Oryza sativa* L.indica). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 15(1) : 79 – 91.
- Irwandani, T. 2017. **Analisis kandungan pemanis buatan (sakarín) pada jamu beras kencur pada penjual jamu gendong di**

- pasar rejoyinangun magelang.** D3 Analis Kesehatan. Fakultas Keperawatan dan Kesehatan. Universitas Muhamadiyah Semarang. Semarang. Skripsi.
- Juliano, B. O. 1993. **Rice in human nutrition.** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and The Information Network on Post-Harvest Operation (INPhO). Virginia.
- Jumlarni, W. O. & O. Komalasari. 2017. Eksplorasi jenis dan pemanfaatan tumbuhan obat pada masyarakat suku muna di pemukiman kota wuna. *Traditional Medicine Journal*. 22(1) : 45 – 55.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2017. Sangrai. <https://kbbi.web.id/sangrai>. Diakses 11 April 2018.
- Kanjanapothi, D., A. Panthong, N. Letprasersuke, T. Taesotikul, C. Rujjanawate, & D. Kaewpinit. 2004. Toxicity of crude rizhome extract of *Kaempferia galanga* L. *J. Ethnopharmacol*. 90(2-3): 359 – 365.
- Kementrian Perdagangan RI. 2017. **Info komoditi tanaman obat.** Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementrian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Kett. 2018. **Grain & seed moisture tester PM-600 : operating manual.** Kett Electronic Laboratory. Osaka..
- Kong, X., D. Qiu, X. Ye, J. Bao, Z. Sui, J. Fan, & W. Xiang. 2014. Physicochemical and crystalline properties of heat-moisture-treated rice starch : combined effects of moisture and duration of heating. *J Sci Food*. 95 (14) : 2874 – 2879.
- Lanciano, P., B. Khalfaoul-Hassani, N. Sealamoglu, A. Ghelli, M. Rugolo, & F. Daldal. 2013. Molecular mechanisms of superoxide production by complex III : a bacterial *versus* human mitochondrial comparative case study. *Biochim Biophys Acta*. 1827 : 1332 – 1339.
- Latifah, N. 2014. **Uji aktivitas jamu gendong beras kencur (*Oryza sativa* L.; *Kaempferia galanga* L.) sebagai antidiabetes pada tikus putih jantan galur winstar yang diinduksi *Streptomycin*.** Jurusan Farmasi. Fakultas Kedokteran. Universitas Tanjungpura. Pontianak. Disertasi.
- Lestari Dewi, N. K., M. Jambari, & Isnainar. 2017. Kajian pemanfaatan tanaman sebagai obat tradisional di desa tolai kecamatan toruk kabupaten Parigi Moutong. *E-jip Biol*. 5(2) : 92 – 108.

- Liu, X., C. E. Williams, & Ming-Shun Chen. 2010. Reactive oxygen species are involved in plant defense against a gall midge. *Plant Physiol.* 152(2) : 985 – 999.
- Lobo, V., A. Patil, A. Phatak, & N. Chandra. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods : impact on human health. *Pharmakon Rev.* 4(8) : 118 – 126.
- Lostari. A. 2011. **Pengaruh jumlah pengulangan penggunaan minyak goreng terhadap banyaknya kandungan radikal bebas (studi kasus penggorengan kepala ayam broiler).** Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi.
- Mikkelsen, D. S. & S. K. De Datta. 1980. Rice culture in rice production and utilization. *Bors. Luh ed.* 147 -234..
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activit. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26(2) : 214 – 215.
- Muchtadi, T. R. & Sugiyono. 2013. **Prinsip proses dan teknologi pangan.** CV Alfabeta. Bandung.
- Mulyani, H., S. H. Widyanti, & V. I. Ekowati. 2016. Tumbuhan herbal sebagai jamu pengobatan tradisional terhadap penyakit dalam serat primbon *Jampi Jawi Jilid I. Jurnal Penelitian Humaniora.* 21(2) : 73 – 91.
- Nurba, D. 2008. **Analisis distribusi suhu, aliran udara, RH, dan kadar air dalam In-Store Dryer (ISD) untuk biji jagung.** Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tesis.
- Otles, S. & O. Cagindi. 2012. **Safety considerations of nutraceuticals and functional food.** Springer. New York. Amerika Serikat.
- Perez-Guzman, L., K. R. Bogner, & B. H. Lower. 2010. Earth's ferrous wheel. *Nature Education.* 3(10) : 32.
- Poligne, I., A. Collignan, & G. Trystram. 2001. Characterization of traditional processing of pork meat into *boucane*. *Meat Science.* 59 (2001) : 377 – 389.
- Pranoto, Y. Rahmayuni, Haryadi, & S. K. Rakhsit. 2011. Physicochemical properties of heat moisture treated sweet potato starches of selected indonesian varieties. *International Food Research Journal.* 21(5) : 2031 – 2038.

- Pratami, D. N. 2016. **Pengaruh lama penyangraian dan pengukusan terhadap karakteristik mutu sereal instan sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) tidak disosoh.** Departemen dan Ilmu Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Skripsi.
- Preetaha, T. S., A. S. Hemanthakumar, & P. N. Krishman. 2016. A comprehensive review of *Kaempferia galangal* L. (Zingiberaceae): a high sought medicinal plant in tropical asia. *Journal of Medicinal Plant*. 4(3) : 270 – 276.
- Pubchem, 2018. Amylopectin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/439207#section=Top>. Diakses 19 Juni 2018.
- Purnamayanti, N. P. A., I. B. P. Gunadnya, & G. Arda. 2017. Pengaruh Suhu dan lama penyangraian terhadap karakteristik fisik dan mutu sensori kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Unud*. 5(2) : 39 – 49.
- Purwandani, L. E. Indrastuti, M. Ramadhia. 2014. Characteristics of kwetiau material of formulation rice flour and uwi flour, taro flour and kimpul flour modified by heat moisture treatment (HMT). International Congress on Challenges of Biotechnological Research in Food and Health. Slamet Riyadi University. Surakarta.
- Purwaningsih, E. H. 2013. Jamu, Obat Tradisional Asli Indonesia: Pasang Surut Pemanfaatannya di Indonesia. <http://journal.ui.ac.id/index.php/eJKI/article/view/2065>. Diakses 30 Desember 2017.
- Qin, Y. C. Liu, S. Jiang, J. Cao, L. Xiong, & Q. Sun. 2016. Functional properties of glutinous rice flour by dry-heat treatment. *Plos One*. 11(8) : 1 – 16.
- Rachmat, R. 2012. Model penggilingan padi terpadu untuk meningkatkan nilai tambah. *Buletin Teknologi Pascapanenan Pertanian*. 8(2) : 99 – 111.
- Rahma, A. E. 2016. **Pembuatan biofilter serbuk biji jintan hitam (*Nigella sativa*) dan kayu siwak (*Salvadora persica*) untuk menangkai radikal bebas asap rokok.** Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Skripsi.

- Rhoads, D. M., A. L. Umbach, C. C. Subbalah, & J. N. Siedow. 2006. Mitochondrial reactive oxygen species : contribution to oxidative stress and interorganellar signaling. *Plant Physiology*. 144 : 357 – 366.
- Richana, N. & T. C. Sunarti. 2004. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung pati dari umbi ganyong, suweg, ubi kelapa, dan gembili. *J. Pascapanen*. 1(1) : 29 – 37.
- Roder, N., P. R. Ellis, P. J. Butterworth. 2005. Starch molecule and nutritional properties : a review. *Adv in Mol Med*. 1 : 5 – 14.
- Sadimann, J. A. 1992. Little known asian spice and medicinal plant (*Kaempferia galangal* L.). *Pharmazie*. 47 : 636 – 639.
- Sangat, H. M. & I. Larasati. 2002. Some ethnophytomedicinal aspects and conservation strategy for several medicinal plants in java, Indonesia. *Biodiversitas*. 3(2) : 231 – 235.
- Schneider, C. A., W. S. Rasband, & K. W. Eliceiri. 2012. NIH image to ImageJ : 25 years of image analysis. *Nature Methods*. 9(7) : 671 – 675.
- Segal, A. W. 2008. The function of the NADPH oxidase of phagocytes and its relationship to other NOXs in plant, invertebrates, and mammals. *Int J Biochem Cell Biol*. 40(4-3) : 604 – 618.
- Setiawati, R. M. 2014. **Pengaruh variasi komposisi tanaman delima (*Punica granatum* Linn) terhadap sifat fisis membran komposit untuk menangkap radikal bebas asap rokok.** Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Skripsi.
- Sharma, N. & M. A. Hanna. 1989. A microwave oven procedure for soybean moisture content determination. *Cereal Chem*. 66(6) : 483 – 485
- Shivus B., A. K. Uhlen, & O. M. Harstad. 2005. Effect of starch granule, structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch : a review. *Anim Feed Sci and Tech*. 122 : 303 – 320.
- Shukla, A. K. 2016. **Electron spin resonance in food science.** Academic Press. Massachussets.
- Sirirugsa, P. 1985. The genus *Kaempferia* (Zingiberaceae) in Thailand. *Nord J. Bot*. 9 : 257 – 260.
- Tamara, L., S. Andriani, & Y. Helmiawati. 2017. Pembuatan sediaan parem dari kencur (*Kaempferia galanga* L.), beras (*Oryza*

- sativa*), dan serai (*Cymbopogon citratus*) sebagai penyembuhan luka memar, bengkak dan keseleo. *Journal of Holistic and Health Sciences*. 1(1): 63 – 71.
- Tasia, W. R. N.& T. D. Widyaningsih. 2014. Potensi cincau hitam (*Mesona palustris* Bl.), daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*) dan kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) sebagai bahan baku minuman herbal fungsional. *Journal Pangan dan Agroindustri*. 2(4) : 128 – 136.
- USDA. 2016. Full Report (All Nutrients) 20045, Rice, White, Long Grain, Regular, Enriched, Cooked. National Nutrient Database for Standard Reference USDA. Washington.
- Valls, J., N. Pasamontes, A. Pantaleon, S. Vinaixa, M. Vaque, A. Soler, S. Millan, & X. Gomez. 2013. **Prospects of functional food/nutraceuticals and markets**. Springer-Verlag. Berlin.
- Wahyuni, A. 2000. **Uji kualitas mutu mikrobiologis jamu beras kencur dari tiga pedagang jamu gendong di pasar rungkut**. Jurusan Farmasi. Fakultas Farmasi. Universitas Surabaya. Surabaya. Skripsi.
- Wang, W. C. & L. Wang. 2012. Design of moisture content detection system. *Physics Procedia*. 33(2012) : 1408 – 1411.
- Warrier, P. K., V. P. K. Nambiar, & C. Ramankutty. 1995. Indian medicinal plants – a compendium of 500 species. 3 : 274.
- Weil, J. A. & J. R. Bolton. 2007. **Electron paramagnetic resonance : elementary theory and practical applications**. Edisi Kedua. John Wiley & Sons Inc. New Jersey.
- Wijoyo, P. M. 2008. **Sehat dengan tanaman obat**. Edisi Kesatu. Bee Media. Jakarta.
- Wiranata, Y. S. 2013. Faktor – faktor yang mempengaruhi impor gula pasir di indonesia tahun 1980 – 2010. *Jurnal UNNES*. 2(1) : 1 – 5.
- Zhang, J. 2008. **PEM fuel cell electrocatalysts and catalyst layers**. Springer. London. Britania Raya.
- Zuhud, E. A. M., S. Azis, M. Gulamahdi, N. Andarwulan, & L. K. Darusman. 2001. Supports The Development of Indonesian Traditional Medicine from Cultural Aspect, Conservation and Post-Harvesting Presented at Wokshop on Agribusiness Development Based on Biopharmaca. Jakarta. Indonesia